DISSERTATIO CHEMICO-PHYSIOLOGICA

DE

SANGUINE

EJUSQUE MUTATIONIBUS.

(14

DISSERTATIO CHEMICO-PHYSIOLOGICA

DE

SANGUINE EJUSQUE MUTATIONIBUS:

QUAM

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE REVERENDI ADMODUM VIRI,

D. GEORGII BAIRD, SS. T. P.

ACADEMIÆ EDINBURGENÆ PRÆFECTI,

NECNON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU, ET

NOBILISSIMÆ FACULTATIS MEDICÆ DECRETO;

Pro Gradu Doctoris,

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBJICIT

CAROLUS J. B. WILLIAMS,

ANGLUS.

Quarto nonas Augusti, horâ locoque solitis.

EDINBURGI:

EXCUDEBAT JOANNES MOIR.

MDCCCXXIV.

PATRI SUO

ET AMICO DILECTISSIMO

REVERENDO DAVID WILLIAMS,

CAROLUS J. B. WILLIAMS,

S. P. D.

Tibi, mi Pater, qui ab ineunte aetate animum meum ad cogitandum instruxisti, cursumque ejus per disciplinae aequora rexisti, qui eruditionis sitim atque ad verum investigandum ardorem in me nunquam non fovisti, Tibi carissime Pater et optime, amicorum prime omnium, cujus virtutes et amor paternus me devinctissimum tenent, et imo pectore reposti nunquam e memoriâ excident, has paginas, summâ pietate consecro. Eas igitur, animi in aeternum grati testimonium, caducum quidem, sed sincerum, accipias. Ut diu nobis tutamen et dulce decus intersis Deum oro atque obsecro. Vale! optime Vale!

DISSERTATIO CHEMICO-PHYSIOLOGICA

DE

SANGUINE

EJUSQUE MUTATIONIBUS.

[illegible]

DISSERTATIO CHEMICO-PHYSIOLOGICA

DE

SANGUINE

EJUSQUE MUTATIONIBUS.

AUCTORE CAROLO J. B. WILLIAMS.

Physiologia, secùs ac pleræque aliæ scientiæ, legibus sibi propriis haudquaquam innititur. Corpus enim animale machina est, viribus pluribus physicis subjecta, quibus etiam quædam sibi propriæ, vitæ dotes, adjunguntur. Leges igitur, et mechanicæ et chemicæ, aliquatenùs hanc machinam regunt. Mira illa fabrica, quæ nusquàm non in animantibus invenitur, has vires ità conjungit ut novæ res variæque gignantur, quas alibì fingere necquicquàm conareres. Vires verò quæ ritè vitales vocantur, alium constituunt ordinem, qui nullâ (quoàd hac-

tenùs noscimus) illarum conjunctione explicari queat. Phenomena verò quæ vitalia habentur æquè ac mechanica et chemica sub legibus paucis generalibus digeri possunt.

Physiologia igitur, ni fallor, harum legum omnium est cognitio, et ad has corporis phenomenorum relatio; atque ille felicissimè studium prosequetur, qui leges et physicas et vitales paritèr contemplatur.

Phenomena profectò quædam sunt, quæ nulli legi generali adhùc tribui possunt; et hæc vi vitali nihilominùs ferè adscribuntur; at cur verbis sine sensu utamur? Ignorantiam potiùs agnoscamus, neque vani nube sermonis eam velare conemur, quæ lumen progressûs obscurat et viæ scientiæ tenebras obducit.

In hoc incepto, igitur, mihi erit studium ordinis cujusque ex his limitem observare, et quoniam argumentum Sanguinis Mutationes chemicas præcipuè amplectitur, necessè sequitur ut legibus chemicis præ cæteris animum intendam.

Propositum est mihi primò de Sanguinis compositione chemicâ; dein, de mutationibus quæ ex organicis et corporeis maximi momenti actionibus proveniant; postremò,

de phenomenis ex his mutationibus ortis, disserere.

I. DE SANGUINIS COMPOSITIONE CHEMICA.

SANGUIS, secundum BERZELII, MARCET, et BRANDE investigationes, naturâ minimè simplice esse videtur ; siquidèm planè quatuor elementa animalia continet ; scilicèt, Albumen, Fibrinam, materiamque colorantem propriam, et Mucum, qui etsi sæpè ità vocatur a chemicis, nondum tamen clarè definitur. Quod reliquum est, ex aquâ sales solutos tenenti constat. De horum utriusque naturâ et proprietatibus, quantùm ex experimentis chemicis liquet, disserendum est.

Duo Albuminis status notescuntur, quorum primus fluidus, colore vacuus, et aliquantulùm viscidus est, ut in ovi albo, vel dilutior in Sanguinis sero, detigitur. Aliter verò albumen solidum invenitur, coloris albidi, vel margaritæ instar. Albumen liquidum in solidum convertitur, actione caloris, Galvanismi, acidorum et alcoholis ;

quæ quidèm nullam aliam inter se similitudinem communem habent. Ex his verò, duo postrema aquam sejungendo hoc præstare putantur. Quâ potestate calor albumen cogit, haud ità facilè ostendi potest; omnes enim theoreæ quibus scriptores hoc explicare aggrediuntur, vel factis erroneis innituntur, vel legibus chemiæ perspectis repugnant. Explicatio Doctoris THOMSON,* quamvìs per se contemplata, speciosa esse videatur, tamen accuratè perscrutata, præter enunciatum sequens nil continet; *aquam, addito usque ad certum gradum calore, suam solvendi facultatem amittere*: Hæc autem positio nequaquàm nodum solvit, quia compar caloris effectus nusquàm alibì inveniendus est.

Domini PREVOST et DUMAS Genevenses,† in commentario quod factis physiologo utilissimis abundat, varias indicaverunt proprietates ex quibus concretum albumen acidum esse videtur, et admodùm verisimile fit, hanc materiam aquâ solvi, quia in sero, ovi-

---

* System of Chemistry, Ed. 6, Vol. IV.

† Examen du Sang, et son action dans les divers Phénomènes de la Vie.—Bibliotheque Universelle, 1821.

que albo cum sodâ conjuncta est. Hìnc quoque albumen solidum omnibus quæ sodam separare possunt, dejicitur. Hoc cùm acidis tùm alcohole efficitur; priorum actio manifestè apparet; posterioris verò, ut verisimile est, ex proclivitate ejus ad sodam solutam tenendam, pendet; phænomenon omninò ei contrarium quod ex aquâ in sales quosdam metallicos agente provenit.*

Albuminis verò acida natura ex modo quo Galvanismus id afficit, optimè dignoscitur. Dominus Brande primus invenit ovi albumen Galvanismo subjectum apud polum positivum in coagulo dejici, dum apud polum negativum detigitur soda caustica. Hoc experimento cum netis ex metallo oxygenii avido confectis perfecto, materia ex albumine cum oxido metalli conjuncto composita, formatur; ut a Prevost et Dumas primò observatum est.

Hæc sententia quodammodò confirmari videtur experimentis, quæ, ut certiorem meipsum facerem anne albumen alkalina neu-

* In hâc sententiâ mihi fides firmabatur invenienti colores vegetabiles multò faciliùs ovi albo afflici posse, si alcohole adjecto cogitur.

tralia reddere potuerit, peregi: (e. g.) Acidum muriaticum tenue ovi albumini cum aquæ magnitudine ejus tèr quatèrve diluto addidi ut alkali accuratè neutrale fieret: nullum autem coagulum apparuit. Albumini quoque similitèr diluto, et per acidum muriaticum vel per calorem coacto, potassa pura cautissimè addebatur donec coagulum solvisset; hæc solutio posteà indicio proprio objecta, nullas dotes alcalinas ostendit.

Quomodò ignis albumen coagulat explicatio nunc patet. Domini Prevost et Dumas, temperie altâ alkali acido carbonico ex materiæ animalis parte parvâ formato, saturatum fieri, putant. Fourcroy ostendit ovum nisi aliquamdiù aëri expositum haud firmitèr coagulari posse: Oxygenium autem ab ovoità objecto absorbetur; et mihi in mentem venit, hoc oxygenium temperie altâ, partem ex albuminis carbonio separando, acidum carbonicum efficere, et exinde coagulum nasci.

Hæc sententia autem haud experimentis quæ institui adhuc confirmatur: neque enim multum acidi carbonici ex albumine per calorem concreto evolvere poteram; nec liquidum albumen aurâ gasis acidi carbonici trans-

missâ coagulavi. Haud tamen ex his sequitur explicationem anteà dictam erroneam esse, siquidèm in primo experimento insolubilis et impervia coaguli albuminis structura agentis actioni obstare potuerit: in secundo analogia haud servatur; quia acidum carbonicum inter solitam cœli temperiem affinitatem ad sodam minorem quàm albumen forsitan habeat; vel, quia, inter gradum caloris ubi albumen coagulatur, compositionis ex parte amissâ carbonii mutatio necessaria sit, ut affinitate quàm acidum carbonicum minore erga sodam afficeretur.

Experimenta BERZELII* ostendere videntur albumen acidorum quoque proprietates delere, adeò ut exemplum aliud materiæ animalis cùm acidis tùm alkalinis proprietatibus præditæ, darent: mihi autem modum quo hæc experimenta perficiebantur consideranti, probabile esse videtur, albuminis naturam admodùm mutari; et huic opinioni favet quòd solutio potassæ a me adjecta, ammoniam ex suis cum acido sulphurico compositis, extricabat.

Secundum elementum, notatu dignum,

* Medico-Chirurg. Trans. Vol. III. 1812.

Fibrina est. Demonstravit Berzelius* hujus materiæ et albuminis concreti proprietates, quod ad agentia chemica attinet, parùm distare. Fibrina enim ab alkalinis solvitur, atque solutio hæc a calore, alcohole, et acidis coagulari potest. Acida quòque ad utrumque pari modo se gerunt. In structurâ autem organicâ, necnòn in constitutione ultimâ, inter se distare videntur.

Priùsquam colorantis materiæ naturam considero, aliquid de relatione mechanicâ eam inter et sanguinis fibrinam, dicendum est.

Quamvìs sanguinem ex fluido limpido particulas coloratas in se suspensas tenente, post microscopium inventum, citò detegebatur; tamèn aliis aliæ, et parùm concordes, de harum particularum formâ figurâque sententiæ erant. Scriptoribus de microscopicis antiquioribus praetermissis, recentissimorum observatuûm summam dare statui. Clar. Everardus Home† hæc corpora sphærica esse, et ex globulo interno sine colore, sed materiâ colorante invo-

---

* Op. modò citat.

† Philosophical Transactions, 1818.

voluto, constare descripsit. Punctis triginta temporis post sanguinem detractum nondùm elapsis, materiâ colorante sejunctâ, propriam eorum formam amittunt, atque globuli centrales concurrunt, et in acervos aut lineas coalescunt. Fibræ autem fibrinæ, musculique, ex globulis talibus conjunctis et formâ fili dispositis, constant.

Indagationes a Prevost et Dumas* factæ de hâc re, longè omnium accuratissimæ mihi videntur. Ex minutâ investigatione sanguinis, vel recentèr missi, vel in ranæ telâ seu in Vespertilionis alâ circuitum facientis, hi scriptores collegerunt (ut Dominus Hewson † diù antè) figuram globulorum rubrorum in Mammalibus aut compressam spheroidem aut lentis vitreæ centro tumidæ instar esse; in avibus autem, et frigidi sanguinis animalibus ellipseos formæ maximè appropinquare. Globulum quoque centralem sphæricum, translucidum, et sine colore esse invenerunt; omnesque Everardi Home conclusiones de fibrinæ et fibræ musculosæ structurâ confirmârunt, et magnitudinem globulorum has componentium

* Examen du Sang, etc. loc. suprà cit.

† Phil. Trans.

et sanguinis sine colore globulorum eandem esse ostenderunt. Ab iis quoque colligebatur sanguinem coagulari ob globulos centrales materiam colorantem relinquentes, et ità coeuntes ut massam continuam, nimirùm Fibrinam, materiam colorantem tantùm mechanicè per se diffusam tenentem, formaret. Ex his experimentis, sanguinis natura in corpore vivo novam speciem induere videtur, quippe fibrinam et globulos eosdem esse apparet.* Hos globulos, et lactis, chyli, purisque sani, naturâ eâdem esse probabant. Albumen, quoque, sive galvanismo seu calore concretum, iisdem auctoribus ope microscopii scrutantibus, ex globulis quoad formam magnitudinemque iis sanguinis similibus, constare apparebat. Mihi quoque hoc exploranti globuli planè visi sunt in albumine a galvanismo coagulato, ac in nonnullis exemplis dispositi secundum lineas regulares seipsas ità decussantes ut tunicæ musculosæ vesicæ urinæ omninò compares esse viderentur.† Figuram autem et magnitudinem

* Ex variis meis investigationibus microscopicis mihi probabile videtur globulos plurimos ab omni materia colorante vacuos in sanguine circuitum faciente existere.

† Species hæc faciliùs observatur in albumine diluto per vim galvanicam tenuem concreto.

non solùm ab iis sanguinis sed etiam inter sese ità variare, ut mihi in dubio esset anne hi auctores de eâdem formâ et magnitudine globulolorum rectè judicâssent.

Materiam colorantem haud solvi in aquâ, a Dumas et Prevost ostenditur, etiamsi contrarium verum esse omnes hâctenùs credebant; ea enim a crassamento aquæ rivulæ subjecto ita minutè divisa abducitur, ut percolari possit; et limpida aquæ conditio propter ejus pelluciditatem ne minimè mutatur: Fragmenta autem ejus, quæ ope microscopii cernuntur, post quietem sub formâ depositi satìs densi rubrique subsidunt. Hujusce materiæ natura haud accuratè dignoscitur; diù verò notum est spectabilem ferri proportionem ab eâ contineri; atque a Prevost et Dumas, contra Berzelii sententiam, in peroxidi statu esse probatur. Berzelii experimenta indicare videntur materiam ejus animalem, albumen seu fibrinam esse; sed fides haud omnino iis habenda est, patet enim eum in colorantis materiæ et globulorum misturam operatum fuisse. Conjunctio ferrum inter, et albumen (si tale sit) admodùm pollens esse debet, quoniam ferrum minimè solitorum indiciorum actioni obnoxium

est. Experimenta synthetica hanc analysin haud confirmârunt, quia nulla compositio adhùc artificiosè facta fuit, cui similitudo omninò eadem cum materiâ sanguinis colorante est.*

Materia quae Muco-extractiva a Doctore MARCET appellatur, planè multiplex est. BERZELIUS putat eam ex lactate sodæ partìm constare; et mihi, reliquum mucum esse, probabile videtur.

Sales in sero contenti muriates phosphatesque alcalini precipuè sunt. Serum efficit ut colores vegetabiles alcali superfluum, vel forsàn carbonatum, indicent; et Doctor MARCET hoc alkali sodam esse planè ostendit.†

Ut certam notionem Sanguinis compositionis in vivo corpore darem, utile forsàn sit capita eorum maxumi momenti summatìm perscribere quæ ex descriptione antecedente sequi videntur.

---

* Materia huic simillima in variis experimentis a me inventa, formabatur coagulando vel alcohole, vel calore, compositum ferri peroxidati cum albumine ope galvanismi factum; color verò hujus aureus ruber erat, et coccineum sanguinis desiderabat.

† NICHOLSON's Journal, Vol. XXXI.

Sanguis ex liquido sero, per quod diffunduntur rubri coloris et figuræ certæ globuli, constat.

Serum ex aquâ compositionem albuminis et sodæ solutam tenente, conficitur; sodâ autem in eâ superante, *subalbuminas sodæ* vocari potest.

Globuli ex duabus partibus componuntur, quarum prima est corpus internum, sphæricum, translucidum, sine colore, albumini concreto seu simplici affine.* Secunda autem, materia colorans est, quæ prius involvit, gelatinosa, et ex peroxido ferri cum principio animali conjuncto, forsàn *ferri peralbuminate*, constat.

---

* Prevost et Dumas coagulati albuminis et fibrinæ naturam omninò eandem esse contendunt. Huic sententiæ autem, ut Chemia jàm se habet, haud lubens assentiri possum; omisso enim argumento certo in contrarium quod nobis analysis suppeditat, diversa forma et paucis etiam in casibus proprietates, in dubium hanc sententiam vocant. Concedendum est ab his chemicis ipsis, secundum ratiocinationem suam, inter albuminis ab alcohole, et calore coagulati compositionem distare.

II. DE MUTATIONIBUS QUAS IN CIRCUITU SANGUIS SUBIT.

HIS rebus de solitâ Sanguinis constitutione præfatis, mutationes quæ eveniunt ex corporis actionibus organicis jàm considerandæ sunt. De respiratione, chyli assimilatione, et secretione, quia maximi sunt momenti ex ordine disserere mihi consilium est.

§. I. *De Mutationibus Sanguinis ex Respiratione effectis.*

Putabam me hoc commodissimè exploraturum esse, si in isthâc dissertatione jam florentes et olim vigentes theoreas investigarem, et cum certis factis cautè compararem, ut cognoscerem quantùm fieri potest, et scientia hodierna permittit, quomodò respirationis phenomena optimè explicari possunt. Theoreæ duæ tantùm, propter recentiorum inventa, accuratè et secundum scientiæ præcepta perpendendæ sunt.

Theoream a Dom. ELLIS dispositam, a pluribus hodiè receptam, et illustrium BLACK,

Priestley, Lavoisier ac Crawford inventis et opinionibus innixam, primò considerare volo. Propositiones definitas primò proponere, dein argumenta, quibus hæ vel confirmari vel refelli debent, proferre, mihi optabile esse videtur.

1. Sanguis Venosus ab arterioso distat ob carbonii copiam in chemicâ ejus constitutione majorem contentam, necnon in capacitate pro calore, calor enim venarum sanguinis specificus (aquâ ipsâ pro 1.000 habitâ) 0.8928, arteriarum verò 1.0300, æquiparat.

2. Venoso ex sanguine in pulmonibus secernitur carbonium, quod statim se cum oxygenio aëris inhalati conjungens, caloris liberi fons fit. Hic autem calor, auctam sanguinis jàm ad naturam arteriosam mutati capacitatem satiando, latet.

3. Per corpus circuitum faciens, sanguis arteriosus ob carbonium acquisitum venosus fit, et capacitate ejus pro calorico simùl cum hâc conversione imminutâ, calor sensilis evolvitur.

Argumenta quibus hæ propositiones probantur jam consideranda sunt.

1. LAVOISIER* et CRAWFORD† censebant constitutionem sanguinis venarum et arteriarum inter se distare ob *hydrocarbonium* supervacaneum in priore laxè conjunctum. In sententiam hanc venerunt, quia in aëre qui e pulmonibus expellitur, pro oxygenio ab eo amisso, invenerunt gas acidum carbonicum et vaporem aquosum, quæ putabantur nasci ex conjunctione hydrocarbonii sanguinis venosi cum oxygenio quod in aëre hoc deficiebat. Experimenta verò recentiora Dominis ALLEN et PEPYS‡ ita perfecta ut cum maximâ fiduciâ pro veris haberi debeant, acidum carbonicum expiratum tantum oxygenii quantum aër inhalatus amiserat continere ostendunt. Exhinc nihil præter acidum carbonicum in pulmonibus formari posse et vaporem aquæ meram esse evaporationem a bronchorum superficie humidâ, patet§. Dominus ELLIS igitur,|| sanguinem ve-

* Mem. de l'Academie Roy. de Paris, 1777-1780.

† CRAWFORD on Animal Heat.

‡ Phil. Trans. 1808-9.

§ Quoniam aquosi vaporis quantitas vel augeri vel minui potest, ut volumus, contrahendo aut relaxando Glottidis aperturam, puto evaporationem ex superficie ejus, causam hujus esse precipuam.

|| Enquiry into the Changes induced in Atmospheric Air, &c. Part II.

nosum ab arterioso ità ut dixi distare putat. Si autem quæ venoso sanguini peculiaria sunt ex carbonii quantitate additâ oriuntur, quæri potest quali in statu carbonium hoc repiriri potest. Secundum CRAWFORD theoream, hydrocarbonium minimè arctè conjunctum cum sanguine esse censebatur. Hoc quidem exemplo sermone indefinito usus est: certè autem ità loqui minimè idoneum est si inter carbonium simplex et sanguinem relationem ostendere vellemus. Ab alio auctore etiam nuperiùs dictum fuit carbonem liberum in sanguine forsàn inesse, atque colore ejus nigro sanguinis colorantem materiam obscuram reddere.* Quamvìs de opinione hâc planè erroneâ nihil fermè dici opus est, tamen haud silendum, tantam liberi carbonis quantitatem, quæ arteriosum sanguinem venoso colore imbueret, facilè analysi chemicâ detegi posse, quod a nemine in chemiâ perito adhùc effectum est. Dom. ELLIS,† quamvis de statu carbonii nullam profert opinionem, tamen ostendere conatus est fuscum venosi sanguinis colorem huic minimè tribuendum esse. Ex verbis autem suis colli-

* GOOD's Study of Medicine, Vol. I. Proem to Class Pneumatica.

† Op. modò cit. Part I.

gi potest eum credidisse carbonium cum aliquo sanguinis elemento utcunquè conjunctum esse; et si hoc verum sit, talis conjunctio pro coloris causâ haberi debet. Hæc autem opinio nullis experimentis probata fuit, neque analogia ipsâ congruit; quia gas carburatum hydrogenium, quod a sanguine absorberi potest, colorem ei benè floridum communicat. Hoc quoque non ex hydrogenio compositi hujus evenit, hydrogenium enim solum non ità agit. Si autem aliquis contenderet hoc nasci ex propriâ compositi actione partium ex quibus constituitur actione omninò dissimili, responderi potest, vix aliquid discrepare inter carburatum hydrogenium (quoad proprietates) partesque suas; in hoc exemplo aliquid esse discriminis a nemine unquam probatum est. Hæc igitur opinio, quæ nullo facto congruente confirmatur, rejici debet, nisi phenomenon, ex quo orta est, haud alitèr explicandum manifestè ostenditur.

Quæ ad hujus propositionis finem diximus, de sanguinis venosi et arteriosi calore specifico, ex Doctoris Crawford experimentis* sequuntur. Hæc vero minimè confirmata sunt experimentis Doct. Johannis Davy† notissimis,

* On Animal Heat. † Phil. Trans. 1814.

ex quibus capacitatem sanguinis venosi 0.903, arteriosi autem 0.913 tantùm æstimabat. Quoniam ex nuperis experimentis Doctorem CRAWFORD in quibusdam aliis exemplis minimè rectè æstimâsse ostenditur, necnon in hoc etiam quia, ut deìn apparebit, aliquid erroris esse patet, summam ex Doctoris DAVY experimentis collectam, quæ nemine contradicente accuratissimè perficiebantur, pro verâ habere volo. Huic etiam favet quia compositio sanguinis venosi et arteriosi inter se ità paululùm distat, ut a peritissimis discrimen nondum detectum fuit.

2. Dominus CARON* primus proposuit carbonium superfluum, quod, ut pluribus videtur, in sanguine venoso inest, vitali actione vasorum in pulmonibus exhalantium secerni posse; et oxygenium inspirati aëris cum excretâ hâc materiâ conjungens eam auferre. Dom. ELLIS sententiam similem in medium protulit, ac versute subtiliterque defendit. Sibi visum est omnem actionem directam inter aëra san-

* Recherches Critiques sur l'ouvrage de GOODWIN sur la Respiration, &c.

guinemque membranâ vivâ interpositâ præcludi. Ob hanc igitur causam conclusit sanguinem venosum in arteriosum mutari arteriâ venâque pulmonaribus carbonium secernentibus. Annè prior opinio vera sit posteà considerabimus; nunc autem a nobis investigandum utrùm phenomena tali hypothesi explanari possunt. Quæcunque in primâ hujus propositionis parte continentur, pro veris assumenda, et omnia ea argumenta, quæ ostendimus contra hanc opinionem, omittenda sunt.

Dominus Ellis ex ratâ parte quam cum æquâ circulatione sanguinis acidi carbonici ortus habet, argumentum defendit. Ità Spallanzani* in cochleis frigori ad 0° F. æquali objectis tùm circulationem Sanguinis cùm effectum quem aër expertus est, cessâsse, invenit; sed post auctam cœli temperiem secundum eandem ratam partem utrumque denuò concitari. Hoc quoque in mure Alpino torpore affecto evenit. Patet autem, relatione inter sanguinem aëraque utcunque habitâ, sanguinem mutari non posse, nisi per pulmones, ubi mutatio efficitur, secundum seriem continuatam propellitur.

* Mem. sur la Respiration.

Ast acidum carbonicum haùd in omni exemplo, ut Domino Ellis videtur, pro circuitûs viribus nascitur, quippè alcohol atque vina, illud minuunt,* has vero augent; ac etiamsi dum cibus concoquitur, circulatio solitò languidior est, tamen plus acidi carbonici e pulmonibus exspiratur.†

Quamvìs in dubium vocari posset, annè impulsus secernens organi vivi ità attractionem chemicam superare queat, ut elementum e sanguine segregare valeat; tamen natura vis hujus obscurior est quàm ut ei limites definiamus. Reliqua igitur considerabimus.

Si hanc rem secundum physiologiæ leges contemplamur, argumentum haud leve adversùs theoream quæ sanguinis arterializationem actioni secernenti adscribit, ex experimentis Brodie,‡ Legallois,§ W. Philip,|| Chossat,¶ aliorumque deduci potest. Ex his patebat, si

---

* Doct. A. Fyfe, Annals of Philosophy, Vol. IV.

† Lavoisier et Seguin, Mem. de l'Acad.

‡ Phil. Trans. 1811.

§ Experiences sur la Principe de la Vie.

|| Experimental Inquiry, etc.

¶ Mem. sur l'influence du Système Nerveux sur Chaleur Animale.

cerebrum amoveretur, vel ejus vis veneno deleretur, vel nervi organum suppeditantes rescinderentur, propriam uniuscujusque organi secretionem certò et constantèr cessare, dum ex omnium experimentis sanguinem, ex BRODIE* verò aëra quoque, rebus ità se habentibus, easdem mutationes sustinere, pulmonibus arte inflatis, æquè ac in corpore integro, ostendebatur. Haud necessè est ut exquirerem anne secretio actioni nervorum tribui debet, nàm ad rem satìs habeo experimenta ostendere, quòd post injuriam generi nervoso allatam, actio secernens vel omninò cessat, vel multùm vitiatur. Si pulmonum actio pro secretione habenda est, haud constat quarè diversis legibus quàm aliarum secretionum gubernaretur.

Dominus ELLIS nihil conjecit de eo carbonii statu quo ex vasibus pulmonum exhalantibus excernitur. Quum igne aliove modo ex materiis organicis comparatur, nigrum est et non solvendum, quod evenire quoque in hoc exemplo debet. Hæc conjectura a cadaverum pulmonibus incisis, firmari videtur; quæ plurimis in partibus materiâ nigrâ ex carbonio

* Phil. Trans. 1812.

præcipuè constante, maculantur.* Licèt quoque, ut notatu dignum est, hoc in vasibus ne sanguiferis quidèm sed lymphaticis invenitur, tamen ratio in aprico erit, si pro vero admittitur, hæc ex superficie cellularum bronchalium omnia quæ vasis extremis excreta sunt, resorbere. Doctor PEARSON verò, qui solus hanc rem diligentèr investigavit, alitèr atque forsàn congruentiùs cum aliis de eâ observatis explanat. Hæc materia, ut sibi videtur, ex fuligine per aëra plùs minùsve diffusâ constat, quæ cum spiritu trahitur, et ex superficie internâ bronchali ità parcè resorbetur, ut nisi per plurimos annos accumulata, haud discerni possit, ideòque maximè apud senes abundat.

Quædam autem sunt ex arterializationis phenomenis, quæ cum hâc theoreâ vìx congruunt; si enìm vera esset, sequitur hunc processum aliquamdiù sine aëris accessione permansurum, quippe vasorum exhalantium actio carbonium secernens perstare opportet, donec ostiis occlusis mechanicè coercetur. Experimenta BICHAT† autem probant hoc procùl a vero esse,

---

* Doct. G. PEARSON, Phil. Trans. 1813.

† Recherches sur la Vie et la Mort.

aëraque ita ad sanguinem mutandum necessarium esse, ut, eo a pulmonibus abstracto, mutatio interrumpatur, denuòque admisso, confestim restituatur. Phenomenon a LEGALLOIS* observatum huic opinioni magìs adhùc adversatur; nimirùm, post cordis vim se contrahendi extinctam, si pulmones arte inflarentur, sanguinem in vasis pulmonum, in corde sinistro, et in arteriis magnis usque ad caroticas, rubrum fieri.

Quamvìs facta antedicta huic argumento obstant, altera validiorque objectio jàm adducenda est. Si a pulmonum exhalantibus secernitur carbonium, quali analogiâ ostenditur hoc carbonium cum aëris qui trahitur oxygenio sese posse conjungere, ad temperiem et conditiones secundum quas hìc esse dicuntur? Si cautè accuratèque investigaremus quam secundum rationem fiunt processus naturæ, quibus acidum carbonicum formatur,—hoc minimè eventurum manifestum foret. Haud negandum est acidum carbonicum ex materiis quibusdam putredine correptis oriri ob carbonium earum cum oxygenio aëris se conjungens ad temperiem cœli solitam; sed minimè obliviscendum affi-

* Experiences sur la Principe de la Vie.

nitates alias in his exemplis ad conjunctionem efficiendam contribuere, hanc ob causam a re alienum est: Exemplum enim quod hìc animadvertimus, carbonii simplicis, segregati, ideòque solidi, erga aëra atmósphericum, relationibus attinet. Actio autèm principii vitæ, istiûs vis incognitæ ac ut nonnullis placet, omnipotentis, nullum auxilium præbere potest; quippe secundum hanc theoream conjunctio post carbonium excretum, idèoque trans vim vitalem amotum, eveniat. Quandoquidem res ità se habent, puto me haud plùs justò concludere hanc theoream omninò renunciandam esse, nisi ostendi potest quarè de solitâ ratione et ordine phenomenorum chemicorum discedit.

Experimenta PRIESTLEY, GIRTANNER, HASSENFRATZ aliorumque ostendunt arterializationem extra corpus merè objiciendo Sanguinem venosum gasi hydrogenio effici posse. Hæc mutatio attractioni chemicæ certè omninò tribuenda est. Nonnulli, haud reticendum est, negant hanc mutationem eandem esse ac illa quæ in pulmonibus efficitur: Quomodò autem, percontari velim, alia harum distat, et ab aliâ distingui potest? Qualis mutatio est ex omnibus rebus quibus efficitur circumspectis, cum iis autem quae semper exindè proveniunt com-

paratis colligitur: In utroque autem exemplo, cùm res quibus efficiuntur, tùm omnes quibus gubernantur eædem sunt: Oxygenium enim utrisque necessarium est; acidum carbonicum ab utrisque evolvitur; color quoque eodem modo mutatur, et nobis ergò videtur *has easdem mutationes esse,* quia nihil aliud de iis noscitur.

Patet tamen hanc theoream, ubi nulla structura organica, nulla vitæ operatio, ad carbonium separandum adest, alitèr necessè talem mutationem explicare. Dom. ELLIS hoc objectum fore providens hoc offert: "In sub-"stances deprived of life, the carbon may ra-"ther be said to escape by evaporation than by "exhalation, which, physiologically speaking, "is a living action."* Si autem *evaporatio* in aëra vaporemve elasticum est conversio, et nihil aliud quantùm scio significat, hæc conjectura omninò rejicienda est, quia carbonio proprietates, quas minimè habet, attribuit.

Deniqùe, Dom. ELLIS probare conatus est carbonium ex animantibus inter spirandum, et ex materiis carnosis, ubi oxygenium non adest, nasci potest. Hujus rei causâ citat experimenta

---

* Further Inquiry, &c. Chap. IV.

Domini HUBER, quibus ostenditur aëra, quem apes respirabant, carbonium sub formâ quâ oxygenio non conjungitur, continere. Dominus HUBER* hoc carbonium cum gase azotico aëris conjunctum esse conjecit; sed hæc conclusio experimentis ejus minimè sequitur, quoniam carbonii nitrogeniique relationes mutuæ tali sententiæ repugnant. Experimenta Domini ELLIS† quoque tantùm probant aëra in quo caro servata fuit per plures dies, gas acidum carbonicum et carbonium ipsum alitèr conjunctum continere. Mihi verisimile videtur hoc carbonium cum hydrogenio conjunctum et ut ut hydrogenium carburatum evolutum fuisse. Vix dubitandum est hoc ità evenisse in postremo experimento; quia ut chemicis omnibus notum est, caro dùm putrescit, hydrogenium carburatum exhalat: quia etiam apes incarcerati fœtent, eidem sententiæ de priore illo experimento favet.

Quamvìs hæc argumenta sententiæ quæ probare conatur carbonium cum oxygenio in pulmonibus conjungi, adversantur; tamen satìs liquet hæc principia in unâ vel alterâ vivi cor-

* Et SENNEBIER, Memoire sur la Germination.

† Further Inquiry, &c. Chap. V.

poris parte priùs conjungere quàm acidum carbonicum quod e pulmone exhalatur, sese ostendere posset. Hìc ut ubiquè, calorem ob hanc conjunctionem evolvi, mihi æquè certum esse videtur. Experimenta DELAROCHE et BERARD,* quæ a quibusdam tali opinioni adversari habentur, nil ultrà ostendunt quàm theoream Doctoris CRAWFORD de capacitate diversâ pro calorico, minimè explanare posse quâ ratione calor exindè oritur; sed hoc phenomenon ex conjunctione hâc in corpore animali nihilò magìs quam in combustionis ordinariæ exemplis evenire negant.

Theorea Doctoris CRAWFORD de animalium caloris distributione plurimas ob causas rejicienda est. *Sive* enim, secundum principia sua ratiocinemur, ut LEGALLOIS† demonstravit, refellitur; quippe si calculis suis quibus caloricum specificum cùm venosi et arteriosi sanguinis, tùm gasium oxygenii acidique carbonici, exposuit, rationem supputemus, manifestum erit auctam capacitatem arteriosi sanguinis, caloricum ex capacitate acidi gasis carbonici im-

* Mem de l'Acad. 1818.

† Diss. sur la Chaleur Animale; Ann. de Chimie et Physique.

minutâ itá exæquaturum, ut pulmones, ubi hæ mutationes fieri habentur, frigoris durissimi sedes forent: *Sive*, ex summâ recentiorum investigationum eam consideremus, principiis inniti minimè accuratis, ostendi potest.

Si ergò, carbonium cum oxgenio in pulmonibus conjungeretur, ob caloricum simùl emissum, eorum temperies plùs duobus gradibus reliquum corporis superaret.

3. In hâc theoreæ parte ambiguè multa dicuntur: Sanguis enim carbonium acquirere affirmatur; de ratione hujus efficiendi, vel de conditione ejus, verbis haud accuratè definitur. Doctor Murray verò nupèr defunctus, rationem quâ hoc efficiatur, solito suo acumine explicare conatus est; sicutì autem cum partis alteræ functione arctiùs connectitur, posteà consideranda erit.

Manifestum est sanguinem arteriosum in venosum sine ullâ actione externâ commutari posse. Hunter* enìm ostendit sanguinem in arteriâ vivâ nigrum fieri, si inter duo vincula stagnaret. Hoc phenomenon sese extra corpus ostendit si sanguis arteriosus vel in va-

* On the Blood, &c.

cuo, vel in gasibus quæ nullâ actione sanguinem afficiunt, ut putà azotico, servatur.*

Hoc theorea minimè explicat; nisi profectò carbonio quòd ad alias partes quæ sanguinem constituunt potestas quædam repellens cujus vi vel separatur vel conjunctione minùs arctâ solvitur, attribuitur. Tali tamèn hypothesi analogia universa adversatur, ideòque factum theoreæ omninò repugnat.

Ut capacitates ad caloricum mutentur pro conversione arteriosi sanguinis in venosum, manifestè evertitur, si experimenta quibus ratio innititur inaccurata esse probantur. Theoream igitur caloris animalis, respiratio ità contemplata in tenebris relinquit.

Si argumentis, quæ ad omnem partem spectant factisque sanciuntur, usus sim, (quod quantùm in me erat conabar,) sequitur, hanc Respirationis Theoream, quæ ne uno quidèm facto indubio nititur, quibusdam etiam opponitur, plurimisque nullam reddit rationem, omninò rejiciendam esse, quia veram sanguinis aërisque relationem minimè ostendit.

Theoreæ alteriûs, de quâ nunc dicendum

---

* Priestley on Air, Vol. III.

est, elementum simile est ei quam LAGRANGE primùm, deindè verò HASSENFRATZ, defendebant: In partibus tamen singulis nonnulla mutata, quædam truncata plurima suppleta fuisse patebit.

Etiamsi methodus minimè optima est ad eam illustrandam, tamèn quia duæ theoreæ inter se ità meliùs conferri possunt, est mihi consilium, hanc cum eâ de quâ jamjàm disseruimus, propositionibus inter se quantùm fieri potest mutuò congruentibus, explanare.

1. Sanguis venosus ab arterioso differt, quia hic oxygenii, ille acidi carbonici majorem quantitatem secum conjunctam tenet: Sanguis quoque et oxygenium quàm acidum carbonicum, validiùs sibi ipsis attrahuntur.

2. Aëris qui trahitur gas oxygenium, vasorum pulmonum parietes pervadens, idem acidi carbonici volumen ob attractionis vim majorem, cum sanguine conjungens, separat; atque ità sanguinem venosum in arteriosum convertit.

3. Oxygenium ità absorptum, sanguine circumeunte, ex proximis ejus principiis carbonium sejungit; exindè autem caloricum evolvitur, acidum carbonicum gignitur, et sanguis arteriosus in venosum convertitur.

1. Experimenta VOGEL* manifestè ostendunt carbonico acido sanguinem venosum præditum esse: Ope antliæ pneumaticæ enim multum gasis acidi carbonici ex sanguine ille extraxit. Idem invenit Ev. HOME Eques.† Doctoris SCUDAMORE‡ pericula ad idem negotium conferunt; etsi acidi carbonici ex iis quàm ex cæteris minorem in sanguine quantitatem esse videtur. Quali nexu conjunguntur ne clarè quidèm patet; sed haud absimile est acidum carbonicum æquabilitèr per sanguinem diffundi, ut quùm aquâ absorbetur. Hæc opinio mihi invenienti sanguinem, lac quoque, aliosque humores animales gas acidum carbonicum absorbere, et atmospherico pondere amoto, denuò reddere, se proposuit. EVERARDUS HOME||, quoddam gas, sanguine concrescente evolvi, ramisque minutis per cruorem permeare, reperiebat. Hoc quoque acidum carbonicum esse parùm dubito, etiamsi nondùm certè probatur. Multis videtur acidum carbonicum, si in sanguine esset, statìm cum alkali super-

---

* Ann. de Chimie, Tome XCIII.

† Phil. Trans. 1818.

‡ On the Blood, 1824.

|| Croonian Lecture, Phil. Trans. 1818.

vacaneo quod in sero invenitur, conjunctum fore; si autem opinio, quam de seri constitutione protuli, vera sit, omne alkali cum albumine sub formâ subalbuminatis sodæ conjungitur; ac etiamsi haud ità conjungerentur, alkali seri acido carbonico jam saturatum esse potuerit, quippe vegetabiles colores, quorum testimonio tantùm alkali in sanguine adesse dignoscitur, ab eo in statu carbonato quoque afficitur.

Jam considerandum est quæ res sententiam firmant, sanguinem arteriosum oxygenium secum conjunctum habere. Antlia pneumatica ne quidèm ut in exemplo antedicto rem omninò manifestam reddit; quod tamèn cum theoreâ concordat, quia oxygenium arctiùs quàm acidum carbonicum cum sanguine connectitur, et ideòque conjunctio firmior est.

Analogia huic sententiæ haud paululùm favet. Saliva enim et mucus oxygenium absorbent, denuòque metallis præbere possunt;* de simili quoque albi ovi proprietate, quod magìs ad rem attinet, jam diximus: tamen horum humorum constitutio proxima haud sta-

---

* Fourcroy, Ann. de Chimie, XXVIII.

tim absorptione mutatur. Forsan oxygenii in sanguine arterioso conditio non ei acidi carbonici in sanguine venoso par est; nihil autem adhuc certum de hâc re dici potest.

Hæc sententia de arteriosi et venosi sanguinis constitutione explicat mutationes et inter spirandum et eas aëris a sanguine venoso extra corpus vivum effectas. Quamvis hæ jàm considerari debent, tamen quia cum mutationibus quæ ibi narrantur connectuntur, commodiùs est eas sub propositione secundâ collocare.

2. Hæc theoreæ pars, cùm multas et præcipuas doctrinas continet, tùm multa ei objecta fuerunt, de quibus omnibus fusiùs accuratiùsque scribens examinare vellem. Sed quomodò applicari possit primùm ostendi necessè est.

Quomodò mutationes quas sanguis aëri extra corpus subjectus subit, secundum hanc theoream explicari possint, primò ostendam.

Si sanguis venosus gasi oxygenio objiciatur, gasis pars absorbetur, et volumen acidi gasis carbonici æquale indè sejungitur. Rubros globulos in hoc processu præcipuè agere, e rebus pluribus verisimile est; sed serum nonnihil efficit, cruor enim hujus cmninò expers, solitas coloris mutationes haud subit. Patet quoque

quosdam ex humoribus animantium, æquè ac serum hoc præstare posse. Illustris PRIESTLEY* crassamentum similitèr ex aëre si lac, Doctor WELLS† quoquè si album ovi, pro sero substitutum sit, mutari inveniebant.

Haud absurdum esse videtur hæc fluida reciprocam rubrorum globulorum aërisque actionem promovere, oxygenium absorbendo, et dum solutum tenent, globulis id transferendo. Albumen, quod hi humores præcipuè habent, eodem modo quo sanguis in aëra agit, sed multò tardiùs minùsque, sic ut constitutio sua parùm mutetur.

Si ergò aëris oxygenium in globulum rubrum per serum agit, mutatio hanc operationem comitans jam perscrutanda est. De hâc re autem non certò dicere possumus, quia rubrorum globulorum natura nobis fermè ignota est. Coloris rubri globuli variatio vel ex materiæ colorantis, vel globuli centralis mutatione, quâ lumen copiosiùs reflexum et per rubram materiam transmissum, coccum splendidiùs clarescit, oriri potest. Quamvìs prius ex

* PRIESTLEY on Air, Vol. III.

† Phil. Trans. 1797.

his forsan maximè valet, posterius tamen, ut mihi videtur, operam conferat; tenue enim venosi sanguinis stratum supra aliquid album locatum, sanguinis arteriosi coccum ostendit. Hoc ut efficiat, alba quædam opacitas à globulo centrali comparanda est; et hæc sententia nonnihil confirmatur, quia sanguis arteriosus venoso opacior est. Sanguini igitur arteriosum colorem, oxygenium dare potest; nisi verò et oxygenium absit, et acidum carbonicum adsit, color venosus forsàn non gigneretur.

Experientiâ putare ducor sanguinem venosum ex quo acidum carbonicum abstractum fuit, semper purpureum esse, nativumque colorem subfuscum sanguinis venosi huic elemento tribuendum esse. Hæc opinio quoquè synthesi firmatur.

Facilè explicari potest quo pacto sanguis qui ità arteriosus factus est in venosum sponte rursùs convertitur. Oxygenium cum globulo rubro conjunctum, ultimam constitutionem ejus afficiendo, cum carbonii parte sese ità connectit, ut acidum carbonicum pro oxygenio substitutum foret, et sanguis venosus fiat. Phænomenon ergo, cujus rationem prior theorea reddere non potuit, secundum leges quibus materiæ complexæ affinitates reguntur, hoc modo planè explicatur.

Itaquè alicujus sanguinis partis, sive, ut diximus, globuli rubri, sive forsan globuli centralis tantùm, constitutio quâdam mutatione afficitur. De mutatione hâc, nunc non dicendum, nisi quòd sanguinis fibrinæ partis in albumen conversio carbonium oxygenio suppeditare posset.

Contra hanc opinionem unum tantùm experimentum opponi putatum est: Sanguinem arteriosum qui acidum carbonicum ità absorpsit ut color ejus obfusceretur, minimè denuò floridum fieri, si oxygenio objiceretur.* Hinc autem concluditur venosum sanguinem haud ex carbonico acido quod continet, proprietates accipere suas. Etsi autem hoc experimentum omninò accuratum esse concedatur, patebit unicuique hoc exemplum cautè consideranti, hanc conclusionem haud dialecticè sequi, quia minimè cum conversione arteriosi in venosum sanguinem compar est; quippe in hoc exemplo acidum carbonicum pro oxygenio carbonioque haud arctè conjunctis *substitutum* esse putatur; dum in illo acidum carbonicum partibus integris arteriosi sanguinis *superadditur*. Li-

* PRIESTLEY on Air, Abr. Vol. III.

cèt non ostendatur ex hoc experimento PRIESTLEY, hanc theoream falsam esse, tamen quia dubiam rem reddere mihi visum est, experimentum ipsum iteravi. Cùm sanguis arteriosus, carbonicum acidum gas contingat, citò color ejus fuscus fit, qui venosi sanguinis differt quia magìs subaquilus est; et gasis pars absorbetur. Semper ex experimentis meis variis quæ cautè instituta sunt, patebat, sanguinem ità fuscatum, si vel oxygenio vel aëri atmosphærico subjiceretur, *vix* minùs floridum fore quàm ante suam gasi acido carbonico expositionem: *vix* autem dico, quia parva fusci coloris pars, ex carbonici acidi exiguo fortassè orta, nonnunquam restat. Experimentum ità simplex, factu facile, et hanc ob causam ità promptè vel confirmari vel refelli potest, ut etsi Doctoris PRIESTLEY auctoritati opponitur, narrare non hæsitem.

Quæstio maximi momenti priùs a nobis consideranda est, quàm per hanc theoream respirationis phenomena explicamus: Anne actio inter sanguinem et aëra per vasorum pulmonum tunicas interpositas evenire potest?

Investigationes clarorum virorum PRIESTLEY, JOHANNIS HUNTER, ac GOODWYN, experimentis Domini ELLIS de hâc re nondùm

publicatis, opinionem talem pro certo probare omnes fermè medici putabant. PRIESTLEY* observavit venosum sanguinem colorem arteriosum sibi comparare, si in vesicâ inclusus oxygenio gasi objiceretur. JOHANNES HUNTER† ostendit quoquè sanguinem ex aëre membranâ istâ quâ apud auri ductores utuntur exclusum ut solitò mutari. GOODWYN‡ etiam easdem reperit mutationes, sed haud ità distinctè evenire, si aura gasis oxygenii super venam jugularem vivi cuniculi dirigeretur. ELLIS§ hanc rem prosecutus, aëra quoque, simùl cum mutato sanguinis colore, mutari invenit. Notatu verò dignum est experimenta ejus tantùm ostendere oxygenium abstrahi, et acidum carbonicum in locum ejus venire. Ipse autem, aliter, et ut mihi videtur, parùm feliciter conclúsit. Hoc experimento usus est: Vesica nigro sanguine impleta, ollâ aëris atmosphærici supra hydrargyrum inversâ, unà cum aquæ potassæ cyatho, collocata est: Omne oxygenium, quatuor diebus elapsis, evanuit, et hydrargyrum

* On Air, Vol. III.

† On the Blood, &c.

‡ Connection of Life with Respiration.

§ Further Enquiry, &c. Chap. IV.

in locum ejus successit; exhinc collegit, "That all the oxygen gas that disappeared "was converted into carbonic acid :—and con-"sequently," inquit ille, "we deny that any "oxygen penetrated the bladder in order to "combine with the blood."* In primo autem exemplo Dom. Ellis pro vero sumit quod minimè ex experimento liquet ; nimirùm, solutionem alcalinam omnem aëra qui deficiebat, absorpsisse: Aër profectò imminutus erat; quo autem statu, quâve viâ, pars amovebatur, minimè patet. Etsi verò concedatur aëris quantitatem quæ post experimentum deerat, acidum carbonicum esse, quod alkali absorpserat, haud magìs constat hoc acidum carbonicum ex elementis tunc formari, quàm ex sanguine ob affinitatem majorem (ut nobis videtur,) oxygenium id per vesicam sejungere.

Dominus Ellis deinde ostendere conatur aëra in his exemplis, nihil ex sanguine adipisci: sed ex argumentis suis id colligere non possumus. Vesicas aquâ merâ impletas et in ollis aëra atmosphericum continentibus, sitas, oxygenium in acidum carbonicum convertere

---

* Further Enquiry &c. p. 293.

invenit; ac idcircò putat non sanguinem quidèm, sed vesicam in experimentis antedictis aëra affecisse. Sed ostendendum fuit ut hoc probaret, eundem effectum tam citò in his exemplis quàm in illis evenire.

Rem ità ambiguè sese habentem accuratiùs perscrutari statui, ideòque pericula quæ sequuntur feci ut certiùs constaret anne sanguis et aër in se mutuò per membranam interpositam agere possunt.

Therm. 62°; Barom. pollices 29. Quingenta grana sanguinis venosi in cuniculi vesicam, cujus pondus erat tria grana, introduxi: collo autem vinculo ligato, vesicam in ollâ vitreâ quæ pollices centum cubicos aëris atmospherici continebat supra hydrargyrum inversâ, collocavi, ac ità per duos dies servavi. Aëris quantitas tùnc non mutabatur, sed aliquid humoris super ollæ faciem internam depositum erat, et seri quædam guttæ per vesicam exudaverant. (Temp. ut anteà; Barom. 29. 15. circiter poll.) Pollicem cubicum hujus aëris ,065 gasis acidi carbonici continere inveni. Deducto autem ,005 quod in aëre semper inest, facilè noscitur quantum in experimento natum erat; quippe, $0{,}065 - {,}005 \times 100, = 6$

pollicibus cubicis. Sex pollices cubici gasis acidi carbonici, sub hâc temperie pressioneque, 0,79 grani carbonii quàm proximè continent.* Pollices igitur aëris atmosphærici isti centum, grani 0,79 carbonii acquisiverant. Vesicæ cautè lotæ et siccatæ pondus 2,75 grana erat, 0,25 grani tantùm amisso. Ex hoc constat quantitatem acidi carbonici tèr majorem esse quàm ex pondere vesicæ imminuto explicari potest. Sequitur igitur partem ejus ex sanguine in vesicâ deductam esse, ideòque sanguinem aëraque inter se mutuò agere, etiamsi vesicæ tunicæ interveniebant.

Experimentum quoquè cum sanguinis venosi mille ac ducentis granis, cum cuniculi vesicâ cujus pondus 5,5 grana erat, et cum aëris pollicibus cubicis centum, iteratum fuit. Analysis posteà quoque ostendit, aëra, (calculo propter temperiei pressionisque variationes leves rectè facto) ,075 gasis acidi carbonici, quod ,9875 grani carbonii continet, acquisivisse: Vesicæ pondus ,4 grani tantùm amiserat: Sequitur ergò, carbonii ,5875 grani, minimùm,

---

* Thomson's System of Chemistry, Vol. 1. p. 229.

ex sanguine, vesicâ aliquo modo permeatâ, derivatum fuisse.

Hæc experimenta non modò aëra in sanguinem per membranam agere, sed actionem ipsam nullam magnam mutationem in aëris modo efficere probant; hinc ergò eam mutari tantùm ob acidum carbonicum pro oxygenii pari quantitate substitutum, verisimile fit.

Certioribus jam factis membranam vitæ expertem aëra inter et sanguinem positam actioni eorum nequaquàm obstare, nobis adhuc indagandum est anne eandem membranam vivam aliâ proprietate preditam esse satìs constat. Varia recentiorum physiologorum, Marcet et Wollaston,* Everardi Home,† Majendie,‡ Segalas,§ ac Fodera|| experimenta, liquida membranas animantium vivorum pervadere posse ostendunt. Hoc quoquè manifestum est ex sudore qui perpetuò per cuticulam vivorum animantium exhalatur. Cùm autem vivas æqùe ac mortuas

---

* Phil Trans. 1811.

† Ibid.

‡ Journal de Physiologie, Tome I.

§ Ibid.

|| Ib. Janvier, 1825.

membranas humoribus pervadi probetur, vix inter eas ità distet, ut quoad gasia res aliter se gerat. Experimento quoque antedicto Doctoris Goodwyn idem fermè probatur; quippe si ostendi potest sanguinem ac aëra sese per venæ jugularis tunicas tam crassas paululùm etiam efficere, animo facile percipere possumus idem per tunicas vasorum pulmonum (quæ vasa tenuissima sunt,) nil obstante fieri.

Præter hæc quoque alia est res haud prætereunda, quæ actionem inter aëra sanguinemque faciliorem forsan reddat, videlicet humor ille mucus dictus, qui superficiem bronchialem oblinit. Hic mucus, ut antè diximus, oxygenium absorbere alienisque denuò reddere potest; mihi haud ineptum esse videtur, hunc in pulmonibus secretum utilem esse, quia *medium*, per quod ad sanguinem ab aëre transfertur oxygenium, præbet. Mutationes aëris in cavis corporis quæ membranâ mucosâ obteguntur, nuperrimè a Doctore Joh. Davy* exploratæ, hanc opinionem firmant; eidem enim causæ planè referendæ sunt. Serum sanguinis per vesicam sudans, tum in Doctoris

* Phil. Trans. 1823.

Priestley experimentis, tum in meis quæ jam narravi, idem munus forsan explebat, quo in pulmone mucus fungitur.

Si ad ea quæ contra sententiam, scilicèt sanguinem oxygenium per vasorum pulmonalium tunicas absorbere, objecta sunt, satìs respondi, mihi nulla apparet ratio quarè gas acidum carbonicum non etiam simùl evolvi credamus. Longè alitèr autem res se haberet, si rationem Doctoris Murray* aliorumque, oxygenium nempe aëris in sanguinem ingredi, cum carbonio ejus statim conjungi, et deinde formâ gasis acidi carbonici denuò exire, complecteremur; nullum enim Chemia praebet exemplum, ut Dom. Ellis rectè dixit, quod hanc sententiam tueretur. Quicunque verò in animo tenet, sanguinis paucas uncias tantùm, aëri, superficiei per spatium corporis parte externâ decies vel duodecies ampliùs extensum, in pulmonibus, membranâ tenuissimâ interpositâ, objectas esse, vix, ut credo, et aditum et exitum in sanguine pulmonum facilè simul eventurum negabit. Porrò si principium quod protuli, agnoscitur, oxygenium ob attractionem

* Syst. of Chemistry, Vol. IV.

suam validiorem, eandem ex sanguine acidi carbonici molem depellere, disjunctionis chemicæ simplicis exemplum fit, et phenomena quæ comitantur planè explicat.

Sanguinis venosi in arteriosum conversio, ut Bichat* planè ostendit, ità extemplò perficitur, ut cum hâc theoreâ solâ, secundum quam aëra per pulmonum tunicas proximè agere putamus, congruit.

Porrò, oxygenium in pulmonibus ab aëre absorptum per vicinorum vasorum sanguinem aliquantulùm diffundi post circuitum finitum, ex experimentis a Legallois† institutis, colligi potest : et ità ni fallor, quâ ratione ab asphyxiâ resuscitat pulmonum inflatio, enodatur.

Effectus gasium variorum in vasa sanguifera injectorum, quos Nysten‡ diligentiâ tam acutâ indagavit, opinionem de quâ agitur haud paululùm stabiliunt. Oxygenii gasis enim copia magna sine ullo incommodo gradatìm injiciebatur. Gasis acidi carbonici moles ne par-

---

* Recherches, &c. priùs cit.

† Experiences, &c. anteà cit.

‡ Recherches de Chimie et de Physiologie Pathologique.

va quidêm simul ac introducta absorbebatur, sæpenumerò autem asphyxiæ signa movebat. Gasia cætera non secùs ac quum respirantur agere videbantur.

Spero me jàm ostendisse phenomena maximi momenti normæ respirationis cum theoreâ congruere. Ob limites qui huic tentamini præscribendi sunt, necessè est ut plurima quæ similiter explicari possunt, prætercam.

Propositum erat mihi, de modo quo in respiratione afficitur nitrogenium, quædam scribere, sed mihi hanc rem cautè consideranti, experimenta effectus ità varios indicaverunt, ut nil certum colligere possem, et propterea de re ità dubiâ inutiliter disserere nolo.* Hoc tan-

* De hâc re nupèr diligentèr quæsitum est Parisiis, sed licèt inquisitio prosecuta forsan scientiam amplificaret, tamen adhuc nil utile nos edocuit. Doctoris Edwards pericula, ibi perfecta, azotium quandòque absorberi, et interdùm exhalari ostendere videntur; ("*De l'Iinfluence des Agens Physiques sur la Vie*, 1824.") Dom. Despretz experimenta huic sententiæ oppugnant et azotium tantùm emitti indicant. (*Journ. de Physiologie, Avril,* 1824.) Ex aliis quibusdam documentis contrarium, azotium nempè, solummodò absorberi sequitur. Sed longum esset talia inter se confligentia referre; neque spatium mihi restat,

tùm ex investigatione didici, nitrogenium, scilicet, si reverâ mutatur, copiâ præ cæteris mutationibus admodùm parvâ, vel consumi vel emitti.

3. Theoreâ ulteriùs prosecutâ, pars ejus tertia, quâ ratione arteriosus vivo corpore in venosum convertitur sanguis, monstrat.

De mutatione hâc quàm de istâ pauciora nos docent, ideòque difficilius est de ejus ratione judicare. Si verò de iis, quibus sanguis arteriosus et venosus inter se distant, ratiocinamur, præcipua hujus mutationis nota cognosci potest; et cùm posteà singulæ partes inter se accuratè collatæ hanc rem pleniùs, ut spero, exponent, nunc generatim atque universè loqui vellem.

Oxygenium à sanguine in pulmonibus ab-

---

ut cur hoc vel illud anteponendum indicem. Haud prætereunda verò quædam experimenta in eàdem urbe (nunc scientiâ adeò insigni,) instituta, quæ commonstrant rationem oxygenii absorpti, et acidi carbonici emissi haud semper consentire; (COUTANCEAU, "*Revision des quelques nouvelles doctrines Chimico-Physiologiques,*" necnon EDWARDS supra cit.) Talia inventa sententiam quam teneo firmant, et explicationi chemicæ quam suprà dedi supersedent.

sorptum, cum carbonio, dum per sanguifera vasa præsertimque capillaria circumagitur, se conjungit. Minimè verò putandum, ut quorundam opinio fert, carbonium liberâ conditione suppeditari: Principiorum cujusdam proximorum quæ sanguinem constituunt, resolutio, hoc præbere possit; quod ad efficiendum, duæ attractiones chemicæ opem conferant, quarum alia inter oxygenium carboniique cujusdam sanguinis principii partem valeat, alia inter ejusdem principii elementa cætera, ut novam aliquid, carbonii minore copiâ præditum, formetur. Omnia quæ in hoc exemplo adsunt, carbonii cum oxygenio conjunctioni favent; quippe actioni mutuæ ità objiciuntur, ut ne conjungant, impulsus nullus, sive chemicus sive mechanicus, vetare posset.

Talis, ni fallor, est mutationis natura generalis, quâ sanguis arteriosus in venosum redigitur: Ità contemplata, prorsùs chemicè efficitur; vi tamen vitali (verbo plura breviter comprehendente utor) et affici et promoveri admodùm verisimile est, quamvis probatu perdifficile esset, hanc directè agere. Nobis quoquè certò notum est, mutationem similem, multò tardiùs quidèm, progredi, ubi sanguis arteriosus ab omni vi externâ ità excluditur ut

attractione chemicâ unicâ affici possit. Si functiones cæteræ statìm considerandæ quibus sanguinis constitutio mutatur, investigentur, quatenùs vires vitales opitulantur in hâc re, manifestum foret. Eadem investigatio nobis quoque indicabit quò ortum caloris animalis certiùs indagemus.

Observationes meas de respirationis theoreâ jam concludo; ne quidèm sine spe me rationem veram monstravisse, et rem quæ adeò ambagibus scatet, minùs obscuram reddidisse.

§. 2. *De Mutationibus in Sanguinem Chyli Assimilatione effectis.*

De loco præcipuo ubi sanguis formatur, nihil hìc dicere volo; quippe de hâc re, perindè ac scientia nunc se habet, nil certi colligi potest; verisimillimam verò secundum *hypothesin,* organis minimè uno vel duobus, sed pluribus simùl inter se agentibus, hæc actio fieri habenda est.

Priusquàm chylus sanguinis naturam induat, quod magìs notatu dignum, materia colorans globulos implicatura albos, ei adipiscenda est. Ubinàm, et ex quibus materiis hæc for-

matur, adhuc omninò latet; quamvìs enim de his variè conjectum sit, ità fallaciter disceptatum est ut respicere nequaquám operæ pretium sit.

Opinio quòque quam Doctor MURRAY* nupèr defunctus Doctorque THOMSON† de compositione mutatâ sanguinis ex chylo in ejus naturam converso protulerunt, cum factis minimè consentit. Hi auctores ostendere conantur quomodò carbonium, ut perpetuò e pulmonibus exhaletur, sanguini suppeditatur.

Chylum animalis materiæ copiam habere quam sanguis minorem, vegetabiliumque naturâ aliquantulùm esse præditum, putant; Vegetabilia autem quia nitrogenio carent, quàm animalia carbonio magìs abundare, credunt; et ex hâc re inferunt, hoc carbonium supervacaneum priùs auferendum esse quàm chylus in sanguinem convertatur. Talis verò sententia argumentis ità levibus vagisque innititur, ut eam omninò falsam esse, minimè sit mirum. Ne quidèm negandum est chylum animantium quæ herbis vescuntur vegetabili naturâ

* Elements of Chemistry, Vol. II.

† System of Chemistry, 6th Ed. Vol. IV.

aliquantulùm esse præditum; sed si patet idem evenire in speciebus quæ tàm carnes quàm fruges comedunt, vix de iis quæ carnes tantùm vorant, dici licet. Prima ergò thesis quâ hoc argumentum defenditur, minimè in universum vera esse ostenditur, et forsan reverà generis animantium parti tantùm referri debet.

Secunda autem positio, materias nempè vegetabiles quàm animales plus carbonii habere, *hypotheticè* prorsus assumitur; atque plurimis in exemplis res aliter se habet, oxygenium enim in illis ità abundat, ut pro nitrogenii defectu in totum compenset; atque plura corpora vegetabilia, nimirùm gummi, saccharum, &c. minorem carbonii copiam quàm albumen fibrinave continent.

Neque *argumentum* solummodò errore esse implicitum ostendi potest; Analysis vero ipsa, certius veritatis indicium, *consectarium* quòque facto oppugnari monstrat.

Chylus ex humore globulos colore vacuos per se dispersos tenente constat, atque haud secùs ac sanguis, coit. Coagulum autem ex globulis aggregatis ejus confectum, experimentis Domini Vauquelin* albuminis concreti,

---

* Annales de Chimie, LXXXI.

seu fibrinæ varietatem esse ostenditur. Serum Chyli, præter albumen saliaque eadem quæ in sero sanguinis adsunt, et quorum mutatio non desideratur, aliquid saccharo lactis simile continet.* Necesse est autem, hoc saccharum, cùm in sanguine non inveniatur, in albumen et fibrinam, sanguinis nempè principia, converti. Effectus hujus conversionis in ultimorum sanguinis elementorum rationes, cognosci possint si hujus sacchari elementa cum iis albuminis et fibrinæ comparentur. Si analysis sacchari lactis materiam saccharinam de quâ tractamus representaret, numerorum particulis omissis, secundum Berzelium,† partes 53 oxygenii, + carbonii 40, + hydrogenii 7, quàm proximè rationes esse inveniemus. Compositio albuminis et fibrinæ aggregata, comsitionem sanguinis principiorum satìs accuratè exprimet: Hanc autem analyses à Gay-Lussac et Thenard‡ institutæ, partes oxygenii 21, + carbonii 53, + hydrogenii 7, + nitrogenii 19, constituere ostendunt; Hoc modo fit comparatio;

---

* Brande, Phil. Trans. 1812.

† Annals of Philosophy, Vol. V.

‡ Recherches Physico-Chimiques, Tome II.

	Oxygenii.	Carbonii.	Hydrogenii.	Nitrogenii.	Totum.
Sanguinis Principia,	21	53	7	19	100
Saccharum Chyli,	53	40	7	0	100

Ex hâc patet saccharum chyli priusquàm sanguinis principiorum naturam induat, in centum partibus, oxygenii 32 se necessè exuturum, sibique carbonii 13, et nitrogenii 19 acquisiturum esse. Sic comprobatur chyli in sanguinem conversionem non modò nullum carbonium in corpore suppeditare, verùm efficere etiam ut hoc principium desideretur. Patet ergò Doctoris MURRAY hypothesin omninò concidere.

Ex eâdem comparatione disci potest qualis reverà sanguinis mutatio e chylo ei assimilato oritur. Licèt functiones cæteræ corporis vivi, oxygenium enim abstrahendo, carboniumque adjiciendo, chylum assimilare conferant; tamen unde fit nitrogenium ad hoc conficiendum necessarium, adhùc omninò latet, forsitanque latebit donec vera ejus natura in lucem prolata fuerit.

Præter hæc, ut mihi videtur, ne quid ultrà ex scientiâ hodiernâ de hâc re colligi potest, ac ineptum foret hypotheticè de his dilatare parùm utiliter vel omninò perperàm, dum res tanti momenti adhuc disceptandæ sunt.

§. 3. *De Mutationibus in Sanguinem Secretione effectis.*

Quomodò afficitur sanguinis constitutio e tot et tam variis rebus secretis, etsi planè multum refert, nihil exploratum fuit. Mihi igitur hanc rem investiganti auctores nil præbuerunt.

Ratio investigationis quâ ut mutationes sanguinis ex chyli in eum conversione statuerem, utebar, adeò est simplex, et quod ad rem attinet, errori ità parùm obnoxia est, ut iterùm ad eam confugere haud hæsito, cùm de iis, quæ secernuntur et aliquid consideratione dignum in sanguinem efficiunt, tractarem.

Secretio Urinæ omnium, quod ad nostram rem attinet, maximi momenti habenda est: tàm propter propriam ejus constitutionem, quàm quia ex corpore omninò elicitur, unde

certiores facti sumus eam sanguinis constitutionem afficere.

Principium istud animale, quod Urea nominatur, propria sua urinæ impertit, qualisque est eam facit; et quippe maximam partem solidorum quæ in hac secretione continentur, constituit, de effectu secretionis totiûs in sanguinem satìs accuratè judicare possumus, si urinæ vice id contemplamur. Si ergò compositionem ex Doctoris PROUT* analysi deductam cum mediâ inter fibrinæ albuminisque constitutiones comparemus, quid fieret si hæc in illam convertantur inveniemus. Tabula sequens collationem ostendit.

Principia Ultima.	Principiorum Sanguinis.	Ureæ.	Prioris Excessus.	Posterioris Excessus.
Carbonium -	53	20	33	0
Hydrogenium	7	7	0	0
Oxygenium -	21	27	0	6
Nitrogenium -	19	46	0	27
Totum -	100	100	33	33

Ex hinc ergò conclusiones minimè leves de

* THOMSON's System of Chemistry. Ed. 6. Vol. IV.

urinæ excretione ejusque in corpore utilitate sequuntur. Prælarga illa nitrogenii quantitas quam habet urea, et quæ usque ad partes viginti septemque eam sanguinis superat in centum, auctorum conjecturas quorundam de renum munere, quo nitrogenium ex corpore eliminatur, confirmat. Quæri autem ex rei hujus naturâ possit, quo consilio ejicitur, quippe, *a priori*, sperandum esset nitrogenium potiùs desiderari quàm superare, quia hujus elementi opus est ut pars cibi ea, quæ ex herbis constat, in naturam animalem vertatur. Quæstio perdifficilis est explicatu; nòn herclè tam quòd nitrogenium e corpore excernitur, quàm quomodò naturæ vegetabiles in animales mutantur. Ex sanguine enim constitutione certâ et æquabili, nitrogenio haud parcè prædito, corporis varii secernuntur humores. Cæteræ verò secretiones minus azotii quàm sanguis continent; (ut posteà monstrabimus) ideòque patet eas ex hoc confectas azotium supervacaneum relinquere; hoc ergò sanguini demendo, et ità sanguinis constitutionem æquam servando, ejectio nitrogenii per renes utilis est.

Urea verò et sanguinis partes maximè inter se differunt propter carbonii in illâ defectum. Sic docemur alium usum, cui renes inserviunt,

esse, ut hoc principium per functionem alteram abstractum, adæquetur. Intimæ connexiones quæ sese inter respirationis functionem ac urinæ secretionem ità ostendunt, attentione perdignæ mihi videntur, quippe exponit, quod nulla, (ut anteà probavimus,) alia hypothesis explicare potuit, ex quâ fonte derivatur carbonium quod tantâ copiâ per pulmonem excernitur.

Ex aliis quæ urinam constituunt, ammonia ferè sola ex sanguinis principiis animalibus nasci potest; et hujus alkali generatio ad eadem, ac urea, efficienda contribuerent.

Opinio BERZELII quæ ducit acida sulphuricum atque phosphoricum, necnon calcem cum aliis quibusdam quæ in urinâ adsunt, ex elementis quo tempore renibus secernuntur conjunctis formari, nequaquàm satis esse rata mihi videtur; quippe mente facilè fingi potest, ea in sanguine formata esse copiâ ità parvâ ut degi non possint, etiamsi in urinâ, quæ materias tales salinas amovet ex corpore omnes, accumulata colliguntur.

Humorum multiplex illud genus secretorum quibus mucus principium est præcipuum, salivam, quod ex membranis mucosis secerni-

tur, lachrymas, ac nonnulla alia complectens, mihi spectandum est. Nil certi de mutatione in sanguinem ab his secretis effectâ colligi potest, quia dictu difficile est quatenùs ex corpore reverà omninò excernuntur, et præsertim quia de muci constitutione nondùm certiores facti sumus. Gelatinæ quàm ullo principio alio propiùs refert, quippe plus oxygenii, minusque carbonii, quàm principia sanguinis, continet. Verisimile ergò videtur, carbonium, perindè ut humores qui mucum continent e sanguine secernantur, superfluum superesse; adeò ut fons indicetur alia ex quâ carbonium per spiritum emissum, trahitur.

Ex aliis secretis Bilis tantùm, notatu digna restat. Licèt hoc fluidum semper a chemicis admodùm attentè animadversum fuerit, tamen opiniones chemicorum discordes nos constitutionem ejus nequaquàm accuratè scire ostendunt. Si fides BERZELII* experimentis habenda est, quæ ob ejus in arte præstantiam ad verum proximè accedere ducantur, invenimus principium istud quod *Picromel* dicitur, ani-

* Vide THOMSON's System of Chemistry, 6th Ed. Vol IV.

male ferè solum esse quod in Bile offenditur. Hujus materiæ per analysin constitutione cognitâ,* sic cum sanguine confertur, (numerorum particulis minimis omissis, maximis in integros conversis :)

Elementa.	Picromellis Rationes.	Sanguinis Principiorum Rationes.	Prioris Excessus.	Posterioris Excessus.
Carbonium -	54	53	1	0
Hydrogenium	2	7	0	5
Oxygenium -	44	21	23	0
Nitrogenium -	0	19	0	19
Totum -	100	100	24	24

In hâc collatione hæc præcipuè notanda sunt:

1mo. Bilis secretio, minimè ut alia quæ secernuntur, carbonium in sanguine facit redundare, sed id ex corpore etiam amovet, adeò parcè verò ut probè negligere possimus.

2do. Jecur haud ut quibusdam videtur sanguini hydrogenium demere potest, nam bilis hydrogenii copiam quàm sanguis multò minorem continet. Vanum foret persequi hydro-

---

* Annals of Philosophy, Vol. XIV.

genii et oxygenii in sanguine ac in secretis rationem, quippe ità facilè sub aquæ formâ corpus vel relinquunt vel ingrediuntur, ut nil certi de munere variarum, quod ad ea attinet, secretionum nosci possit.

3[tio], Si animadvertamus nullum esse azotium in Picromelle, uream autem magnâ copiâ esse præditam, patebit de bilis urinæque secretionibus, alteram adjuvare ad alteriûs in sanguinis constitutionem effecta æquanda, adeò ut libramen servetur.

Talis esse videtur concordia quæ inter attentione digniores functiones istas secretionis atque respirationis in corpore sano valet, et comparatione ulteriùs extensâ, ratio regularis permanet si una plusve ex his functionibus quovis modo variantur. Aucta ergò urinæ secretio ob frigus corpori admotum, acidum carbonicum e pulmonibus solitò copiosiùs exhalatum simul comitatur.* Dum cibus concoquitur, omnia quæ secernuntur uberiùs solitò profluunt: Ratio acidi carbonici quod in spiritu adest, æquè major evadit.†

* CRAWFORD on Animal Heat.

† LAVOISIER et SEGUIN, Mem. de l'Acad.

Idem quòque dicendum est de exercitatione aliisque rebus quibus vicissitudines cum salute convenientes moventur.

Quæ dixi de effectu chyli assimilati in sanguinis constitutionem, Doctoris Fyfe* experimentis confirmantur; ex his enim ostenditur acidi carbonici quantitatem inter spirandum emissam, diætâ vegetabili imminutam esse.

His omnibus quæ mirè adeò inter se consentiunt cum theoreâ respirationis comparatis, nobis videtur ulteriùs conjectare de sede propriâ ubi principia quibus humores secreti abundant, formantur. Nil nunc dicere volo de actione quâ vires vitales hæc principia conficiunt: mihi sat est notare opus esse inter alia ut carbonium priùs abstraheretur quàm sanguinis principia in ea vertantur; hoc autem amovere, oxygenium, inter spirandum absorptum, ob attractionem suam chemicam valeat; et hocce modo viribus vitalibus in his formandis opitulari queat. Nisi de ureæ secretione nil ultra dicere possum. Hoc principium ut a Dumas et Prevost† ostenditur, in sanguine anima-

* Ann. of Philosophy, XIV.

† Bibliotheque Universelle, 1821.

lium renibus suis orbatorum inveniri potest. Verisimile ideò fit uream in vasis omnibus sanguiferis nasci et renes hanc segregare vi istâ a Bichat vocatâ "contractilitè insensible organique," quæ in vasis se manifestat.

Rebus ut proposui contemplatis, urea habenda est sanguinis principiorum residuum inutile quod post cætera secreta atque carbonium respirationis ex iis elaboratum, superest. Propter hoc igitur non nobis licet existimare humores qui usui præcipuo in corpore ulteriùs inserviunt loco eodem formari: tamen ut res a nobis jam noscuntur, minimè negandum est picromel, mucum, &c, nascenti quasi conditione in sanguine posse inesse, dum in formâ propriâ suorum organorum secernentium ope perfectè sejunguntur.

III. DE PHENOMENIS QUÆ EX SANGUINIS MUTATIONIBUS PROVENIUNT,
SEU
ANIMALIUM CALORIS THEOREA.

Haud necesse est aliquid disceptare de Theoreâ illâ quam de animalium tepore proposuit Doctor Crawford; quippe, cùm Doctoris Johannis Davy experimenta eam subvertere

ducantur, patebit, ea quantùmcunque sint levia, quæ contra respirationis rationem quâ innititur ipse objici, hanc hypothesin, adeò infirmatam, omninò redarguere. Mihi haud spatium est ut de disciplinis variis quæ de hâc re vel valebant vel nunc florent dicam; atque meis in exponendis sententiis, opus est ut brevis essem. Hæ verò a me jàm summatim considerandæ et posteà cum aliorum ipsiûsque experimentis conferendæ sunt.

Oxygenio cum carbonio se conjungente, calorem semper gigni, omnes, ut opinor, concedunt. Phenomena respirationis manifestè ostendunt conjunctionem in vivo corpore talem perpetuò progredi; atque variis argumentis probare conabar generis sanguiferi omnem partem, sed præsertim vasa extrema et quæ secernunt, hujus conjunctionis esse sedem. In hoc exemplo ut in aliis ubi acidum carbonicum formatur, calor necessariè gignitur. Nisi ergò aliquid simùl ità eveniat ut hic calor latens fiat, ad temporem animalis corporis prodendum aliter quàm conducere non potest. Nullam autem cognoscimus causam in corpore adesse quæ faciat ut lateat calor, neque ità esse demus, nisi calorem reverà ex carbonii oxygeniique conjunctione in hoc exemplo non evolvi osten-

cèt rem ità se habere etiam àrbitratum sit, tamen argumenta pro hâc opinione mox considerabo, atque nunc pro vero sumam oxygenii cum carbonio conjunctionem in corpore animali caloris esse fontem. Quæri potest anne caloris animalium hæc sit sola origo, vel nùm aliam cognoscat causam? atque, ut mihi videtur, nemo ad hoc quæsitum respondit. Quamvis enim experimenta CRAWFORD* et LAVOISIER† illam sententiam comprobare videbantur, tamèn investigationes quædam recentiores Parisiis‡ institutæ indicant mutationes aëris ex respiratione effectas ad corpus calefaciendum prorsùs impares esse.

Periculorum summis adeò inter se confligentibus neglectis, diù putabam, adhùcque credo, quòd tantum oxygenii et carbonii quantum in

---

* On Animal Heat.

† Mem. de l'Acad. &c. 1783.

‡ DULONG, *Journ. de Physiologie,* 1823. Optima de hâc re facta experimenta sunt ea quæ summâ cura instituit Dom. DESPRETZ. (Vide *Journ. de Physiologie, Avril,* 1824.) Hæc autem mirum in modum cum opinione quam suprà profero quadrant. Secundum ea enim acido carbonico genito caloris animalium pars maxima (circiter $\frac{60}{100}$ nempè) tribui posset; at de causâ reliquii ($\frac{40}{100}$) adhuc quærendum erat.

corpore conjungitur minimè satis caloris præberet, ut corpus, quod semper frigoris vi ex evaporatione, radiatione, conductioneque, objicitur, calescat. Haud equidèm dubito quin corporis calor partìm, præcipuè fortassè, ex chemicâ hâc consociatione oriri possit; quippè verò una est tantùm mutationum plurium quibus materiæ multiplices in principia simpliciora resolvuntur, sic forsàn pars tantùm est modorum quibus corporis temperies foveatur: Ut magis distinctè eloquar: Principia cuncta animalia quorum constitutio nota est, quæ in humoribus deprehenduntur secretis, utì urea ac Picromel, quàm fibrina et albumen ex quibus comparantur, simpliciora sunt, paucioribusque ex atomis conflantur.* Sicut autem notum est materias compositas dum fermentant putrentque, atque ità in corpora simpliciora resolvuntur, calorem edere,—ità opinor idem phenomenon ex mutationibus paribus vi vitali motis provenire.

Hæc nequaquàm hypothesi merè innituntur; sed mihi in mentem venerunt cogitanti de experimentis variis quæ nunc narrabo.

---

* Thomson's System of Chemistry, Vol. IV. p. 407, 412, 418, 421.

Ut certiorem me facerem anne sanguinis mutationes extra corpus effectæ calorem gignere queant, plura feci experimenta. Hæc me coarguerunt calorem gigni, non modò dum oxygenium sanguis absorbet; sed etiam, propter frigescendi rationem tardatam, per paucas posteà horas. Ex iisdem quoquè globulos rubros partes sanguinis esse quæ ità calorem præcipuè valebant movere, inveni; quemadmodùm has maximè esse vitæ necessarias Prevost et Dumas* monstraverunt.

Experimenta, quæ, ut appareat quantùm valent cerebrum genusque nervosum in calore animalium gignendo, instituta sunt, jam summatìm nobis recensenda; atque ex his nulla attentione digniora quàm illa quæ summo ingenio Dominus Brodie† peregit. Hæc ostendunt, animalia quorum vis nervosa, sive decollatione, sive veneno quod vitam *animalem unicam* extinguit, erat deleta, ope inflationis pulmonum minimè calorem suum servare; etiamsi aër ùt solitò mutabatur : insupèr quoquè urinæ secretionem in his exemplis deesse

* Bibliotheque Universelle, 1821.
† Phil. Trans. 1811 et 1812.

invenit. Hinc verò, ut Domino Brodie videtur, colligi potest, respirationem ad calorem corporis gignendum nil conferre.

His contra animalium caloris rationem chemicam objectis ità responsum fuit: Respiratio haud ità ad amussim arte perfici potest, ut aëris justa quantitas injiceretur; atque ideò quòd functio a normâ discedit, vis ejus calefaciens obstaretur.

Etiamsi constet hoc argumentum, si verùm esset, vix Domini Brodie conclusiones in dubium vocare; tamen quatenùs validum sit noscere volui, atque sequentia experimenta feci.

Exp. I.—In parvum cuniculum peractum. Temperies in recto 102½° æquabat. Temperies loci erat 58°.

Per tracheam nudatam et incisam ope follis inflantis respiratio facta est.

Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
0	101½°	8	99½°	12	99°
5	100°	10	101°	15	99½°

Exp. II.—Cuniculus magnus, in cujus recto calor æquabat 98°, hujus experimenti res erat.

Respiratio arte facta, quantùm fieri potuit, functioni naturali assimilabatur: Temperies ut sequitur notabatur.

Min. Temp.	Calor.	Min.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
0	97½°	6	97½°	10	97¾°	15	98°
5	97°	8	97½°	12	98°		

Inflatione artificiosâ tunc intermissâ spirituque naturalitèr tracto, temperies nil ultrà augebatur.

Experimentis iteratis, eadem paritèr evenerunt.

Notatu dignum est, calorem, arteriâ asperâ incisâ, minui; atque posteà idem semper evenire, cùm cruciaretur animal, reperi. Hoc autem cum iis quæ BICHAT* narrat, sanguinem, scilicet, eorum qui ferro chirurgi subjiciuntur haud ritè arteriosum fieri, benè congruit.

Variationes quas sustinuit temperies modo quo respiratio artificiosa perficiebatur planè tribuendæ esse videntur: Si enim maximâ curâ et æquabiliter, temperies vel haud vicissitu-

* Recherches sur la Vie et la Mort, &c.

dinem tulit, vel ad gradum normum augebatur; opere autem non assiduè adhibito, imminuebatur.

Ex his ergo experimentis liquet, respirationem ità arte sustineri posse, ut animalis corpus nequaquàm frigescat.

LEGALLOIS* quòque Domini BRODIE experimentis objecit, cuniculos sanos in positione eâdem diù retentos, præ frigore mori; et hanc ob causam animalia tam tenera experimentis non esse idonea.

Præter hæc, non herclè magni ponderis, quæ contra modum quo Dom. BRODIE sua perfecit experimenta objecta sunt, ipsa quoque experimenta physiologis celeberrimis iterata minimè respondebant.

Dominus LEGALLOIS† Parisianus Doctorque HALES‡ Americanus ex indagationibus suis collegerunt animalia, quorum vis nervosa destructa erat, tardiùs frigescere si inflatio pul-

* Diss. sur la Chaleur Animale,—Ann. de Chimie et Physique.

† Diss. suprà cit.

‡ Med. and Phys. Journal, 1814.

monum adhibita est quàm si hæc omittebatur; teporemque etiam reverâ amissum sanguinis circuitûs viribus fractis tribuendum esse. Experimenta verò quæ magnâ curâ peregit Dom. Chossat* hanc conclusionem planè erroneam esse ostendunt; animalis enim refrigerationem post vim nervosam deletam nequaquàm sanguinis circuitui respondere probant. Experimentorum verò illi effectus qui ad animalium decollatorum refrigerationem meram spectant, investigationibus Doctoris Wilson Philip et Doctoris Hastings† firmantur, ex quibus constabat refrigerationem inflatis pulmonibus tardari; quamvìs Domini Brodie sententiæ, vim nempe nervosam ad calorem animalium gignendum necessariam esse, ille accedit.

Nuperrima de hâc re experimenta a Doctore Chossat‡ in eximio suo commentario narrantur. Operi hujus auctoris ipsi relego ut patescat ratio quâ tam eleganter nexum inter genus nervosum teporemque animalium, nervo

* Mem. sur l'Influence du Système Nerveux sur la Chaleur Animale, 1820.

† Experimental Enquiry into the Laws of the Vital Functions.

‡ Op. jam. cit.

sympathetico magno præcipuè pendere, indagavit. Ex experimentis tunc invenit, animal, si functio nervi sympathetici deleta fuerit, sive plexu semilunari contuso, sive, perfectiùs, aortâ thoracicâ colligatâ, tam citò per totum corpus frigescere, æquè apud gulam ac rectum, quàm si cerebrum ipsum abolitum esset. Dom. CHOSSAT prætereà quod protulit BRODIE de secretorum post nervos læsos defectu comprobavit, atque hæc insuper dixit: "Toutes les lesions du système nerveux qui "affaiblissent le dègagement de la Chaleur "Animàle, agissent sur les sécrètions d'une "manière analogue."

Hæc sunt maxumi momenti facta quæ in libris a me perlectis colligere potui. Priusquàm hæc cum opinionibus meis de animalium caloris origine conferre instituam, mea experimenta memorare volo, istis tantùm selectis quæ maximâ curâ gerebantur, et quorum effectus planissimè constabant.

Observationes variæ me certum fecerunt experimenta sigillatim facta, atque inter se collata, semper errori obnoxia esse; quantumcunqùe enìm diversa animalia similitudinem magnitudinis, coloris, temperieique, inter se habeant, tamen ratio refrigerandi multùm variat.

Mihi ergò visum est conclusiones certiores atque errore magìs vacuas me consecuturum, si in singulis animalibus temperiei vicissitudines, accuratiùs, crebriùsque observarem. Neque exitus spem meam fefellit.

Exp. III. Cuniculus parvus res erat.

Temp. (loci = 58°) in recto = 99°; et post asperam arteriam incisam atque fistulam ei accommodatam = 98°. Vasis colli ligamine communi inclusis, caput cervicibus abscindebatur, statìmque inflatio pulmonum instituebatur. Calor in recto erat ut sequitur;

Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
3	$96\frac{1}{2}$°	17	96°	27	96°	35	95°
5	$96\frac{1}{2}$°	20	96°	28	$95\frac{1}{2}$°	38	94°
7	$96\frac{1}{2}$°	23	96°	30	95°	40	$93\frac{1}{2}$°
10	$96\frac{1}{2}$	24	$95\frac{3}{4}$°	32	95°		

Exp. IV. Cuniculo adulto usus sum. Ante tracheam incisam, calor in recto erat $102\frac{1}{2}$°, post, $100\frac{1}{2}$°. Decapitatio et inflatio ut in Exp. postremo;

Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
5	101°	12	101°	20	100°	30	$98\frac{1}{2}$°
7	$101\frac{3}{4}$°	14	101°	25	$99\frac{3}{4}$°	35	97
10	101°	16	$100\frac{1}{2}$°	27	99°	40	97

Perfecta respiratio et temperies magna avium mihi spem fecerunt varietates sese faciliùs indicaturas. Proptereà experimentum sequens cum Gallinâ domesticâ faciebatur.

Exp. V. Temperies loci = 58°, in recto = 108°.

Tubulo follis quo pulmones inflabantur in asperam arteriam inserto, et collo ligaturâ validâ arctè circumvincto, caput intra vertebras secundam et tertiam cervicis præcisum est. Corpus per quinque minuta temporis pòst vehementer convulsum erat. Dum pulmonum inflatio exercebatur, calor erat;

Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
1	106°	9	108°	21	$106\frac{1}{2}$°	31	105°
3	107°	12	$107\frac{1}{2}$°	24	$105\frac{1}{2}$°	33	105°
4	107°	15	107°	27	106°	35	$104\frac{1}{2}$°
6	108°	18	$106\frac{1}{2}$°	30	104°	40	103°

Etiamsi temperies, utroque ex his experimentis peracto, haud paululùm diminuta erat, tamen in omni exemplo inflatio pulmonum refrigerationem tardavit, et reverà aliquantulum corporis calorem adauxit; atque in experimento postremo, paulispèr eum perfectè instauravit.

Dum Galvanismi ad quasdam secretiones ob vim nervosam deficientem suppressas restituendas facultatem considerabam, cogitabam experiri anne calorem animalem quoque sustinere possit.

Exp. VI. Loci temp. = 50°.

Res cuniculus adultus erat, in cujus recto calor 100°, et post tracheam dissectam fistulamque insertam, erat 99°. Vasis ligamine circa collum constrictis, caput sub atlante erat truncatum, atque inflatio illicò inchoata est. Calor, tunc 96° erat, ac idem per 5′ perstabat. Galvanismus ibi per netum metallicum *negativum* in medullâ spinali cervicis insertum, *positivumque* super abdomen inferius rasum atque laminâ stanni madefactâ opertum, adhibitus est. Vis galvanica talis erat ut ungues anteriores subsultent, quæ primùm per la-

mellarum paria tribus unciis superficiem extensam præbentium, duodecim, mox sensìm ad quadraginta multiplicata, excitabatur. Inflatione æquabilitèr sustentâ, et Galvanismo admoto, calorem sic notavi;

Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
5	97°	14	97°	21	96°	30	94°
7	96½°	16	97°	23	95°	33	93½°
10	97°	18	97°	25	94½°		
12	97°	20	96½°	28	94°		

Galvanismus primò calorem evolvisse videbatur, refrigeratio autem rapidiùs solitò successit, quæ forsan evaporationi ex humidis abdominis parietibus aliquatenùs tribuenda est.

Notatu dignum est vesicam urinariam post mortem in hoc experimento urinæ esse penitùs vacuam, licèt per experimentum nulla redderetur. Nescio quo pacto hoc explicari potest, nisi aura galvanica quovis modo ut urina quæ ante experimentum secreta erat per vesicam transudet, efficit.

Exp. VII. Temperies cœli = 50°.

Cuniculus magnus, Temp. cujus recti = 102°, et post tubulum tracheæ affixum = 101°,

huic experimento subjectus est. Olei amygdalorum amarorum pauxillum in femus incisum erat insertum. Pòst 5′ calor recti erat $100\frac{3}{4}$°, post 10′ = 100°. Circiter 20′ a veneficio, bestia convulsionibus atque opisthotono proclivitate et anhelitu, torquebatur, atque minutis quinque pòst mortuus est. Galvanismus tunc ut in postremo experimento, polis tantùm reversis, admovebatur: Inflatio pulmonum haud ritè perficiebatur ob pectoris musculorum rigiditatem. Calor post galvanismum adhibitum ità notabatur.

Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.	Min. Temp.	Calor.
1	$96\frac{1}{2}$°	15	96°	35	$93\frac{1}{2}$°	50°	$93\frac{1}{2}$°
5	96°	22	95°	40	93°	55	93°
10	95°	30	94°	45	94°	60	$92\frac{1}{2}$°

Mihi visum est calorem bis augeri conatibus quibus inflatio perfectiùs efficiatur. Aliquid urinæ turbidæ in vesicâ inventum est.

Exp. VIII. Hoc experimentum feci ut noscerem quantùm singulatìm efficiant inflatio pulmonum ac galvanismus in calore gignendo.

Temp. loci = 48°. Gallo domestico in hoc

experimento utebar. Calor in recto = $107\frac{1}{2}°$: et 10′ post tubulum tracheæ accommodatum = 106°. Caput tunc præcisum est. Vis galvanica parium duodecim ad viginti quatuor levitèr instructorum, alæ musculos aliquantulùm contrahens, ad intervalla dum pulmones inflabantur admota est, sicuti literæ in sequenti tabulâ cum eo quod in temperiem efficiebatur ostendunt.*

Quae usa sunt.	Tempus.	Calor.	Quae usa sunt.	Tempus.	Calor.	Quae usa sunt.	Tempus.	Calor.
R.	In 1′	105	R. & G.	16′	105°	R.	30′	103°
R.	5′	104°	R. & G.	18′	105°	R.	33′	$102\frac{1}{2}°$
R. & G.	7′	105°	R. & G.	20′	106°	R. & G.	35′	102°
R. & G	9′	106°	R. & G.	22′	106°	R. & G.	37′	$102\frac{1}{2}°$
R. & G.	10′	106°	R. & G	25′	$105\frac{1}{4}°$	R. & G.	40′	102°
R.	12′	106°	R. & G.	27′	105°			
R.	14′	$105\frac{1}{2}°$	0 0	29′	104°			

Quoniam respiratio artificiosa aquabiliter per 29′ perficiebatur, temperiei varietates per hoc tempus galvanismo attribui debent; quo admoto, temperies aucta planè et certè successit.

---

* Literæ R. et G. quum Respiratio, et Galvanismus admoti sunt, denotant.

Talis depressio tum galvanismi, tum respirationis cessationi sequuta est, ut calor pristinus non recuparetur.

Si autem generales omnium experimentorum effectus cum sententiis de respiratione teporeque animalium prolatis, conferamus, eos non modò cum eis quadrare sed quòquè confirmare patebit. Neque quidèm fieri nequit, ut theorea nostra cum conclusionibus Domini Brodie extremis consentire faciatur.

Acidum carbonicum in spiritu efflatum modò in sanguine erat, qui multum ejus contine-re experimentis monstratus est. Solita igitur hujus gasis quantitas per semihoram primam *emitti* possit, dum satìs haud reverà *formabatur* ad teporem corporis servandum. Parum aut nullum acidi carbonici, ubi vis nervosa deleta est, formari, eò verisimilius videtur, quia secretiones, quas carbonium ad hanc rem suppeditare ostendi, deficiebantur, et porrò quià ut a Legallois* inventum est, sanguis, in corporis tali conditione non ritè fit venosus.

Hoc ipso processu quoquè, secretione nem-

* Ann. de Chimie et de Physique, T. IV.

pè humorum corporis remoto, tollitur simùl altera, ut nobis videtur, caloris origo.

Si ergò Domini BRODIE experimenta quæ effectus adeò extremos indicaverunt, quovis modo explicari possunt, minimè erit difficile reddere rationem phenomenorum illorum, cùm quæ physiologi a me citati observaverunt, tùm quæ ipse narravi.

Quippè nullus horum scriptorum eadem ac Dom. BRODIE ex suis experimentis collegit; necesse est aliquem errâsse; sicuti verò in mente hominis hoc naturâ insitum est, ut illi credatur quod, *cæteris paribus*, auctoribus plurimis defenditur, experimentis meis prorsùs neglectis, maximè in iis confidere, qui mutuò inter se consentiunt, haud equidèm hæsito.*

Re igitur ità contemplatâ, vel, respirationis sanguinisque circuitûs functionibus vis caloris

---

* Hoc quoque Domini BRODIE experimentis objici potest; eum scilicèt haud calorem notâsse, nisi minutis temporis quindecim, vel triginta vel amplius post caput erat excisum. Verisimile autem est ex Doctoris CHOSSAT experimentis, quandam reactionem ante hoc tempus concitari, per quam calor corporis paulisper augeatur; deinde autem citò imminuatur.

gignendi attribuenda est, etiamsi parva nisi aliis functionibus opitulata, vel, ut ii volunt qui nervis vim ferè omnipotentem imputant, pro vero sumendum est, calorem, cerebro amoto, ex nervis qui in corpore supersunt, prodi. Hæc verò opinio posterior probatione tàm penitùs caret, ut laborare ad eam refellendam minimè operæ pretium foret. Haud prætereundum est, Doctorem Wilson Philip qui solus in hanc opinionem discedit, ità de animalium calore censisse, ut hæc ratio suæ hypothesi conveniat. Ille habet calorem animalium esse *tertium quid* ex sanguine arterioso secretum per vim nervosam quam eandem ac auram galvanicam esse vult. Si his verbis intelligat caloricum merum solummodò ex actione tali nasci, assero suam hypothesin minimè vel cum calorici propriis notis, vel cum sententiâ de ejus naturâ apud ferè omnes hodiè acceptâ, congruere. Si verò concedat actionem dictam aliis mutationibus præter calorem evolutum comitari; haud logicè loquitur, quia calor ità evolutus ab aliis mutationibus sive chemicis sive mechanicis sanguinis principiorum; nequaquàm verò directè ab actione in hunc humorem hypotheticâ nervorum. Ità fuisse in Doctoris Wilson Philip experimentis in

sanguinem arteriosum ope galvanismi factis, ex suorum de hâc re scriptorum perlectione patebit.

Omnibus factis quæ jam protuli consideratis, credo calorem animalium ex mutationibus sanguinis gigni, quas præcipuè ex functionibus secretionis respirationisque oriri ostendere conabar; sanamque harum functionum peractionem necessariam esse ut animalis temperies norma ac æquabilis permaneat.

FINIS.